

NOTE POUR L'UTILISATION
DU PROGRAMME DE CALCULS
POUR LES INVENTAIRES FORESTIERS
PAR ÉCHANTILLONNAGE

J. BOUCHON, C. MILLIER et D. XEUXET

*Station de Sylviculture et de Production,
Station de Biométrie,
Centre national de Recherches forestières, I.N.R.A.,
54 - Nancy*

RÉSUMÉ

Les auteurs expliquent l'usage des imprimés et la manière de présenter les données pour l'utilisation d'un programme de calcul pour les inventaires forestiers par échantillonnage qu'ils ont eux-mêmes mis au point.

Un article paru récemment dans la Revue Forestière Française (BOUCHON, MILLIER, XEUXET — 1970) de juillet-août 1970 présentait le programme de calculs pour les inventaires forestiers par échantillonnage mis au point au C.N.R.F. : le présent article a pour but d'en faire une description technique plus détaillée.

1. — BUT DU PROGRAMME

A partir de données primaires recueillies sur le terrain, ce programme donne des estimations des éléments (volume par parcelle, accroissements en volume, etc...) nécessaires à l'établissement des procès-verbaux d'aménagement. Les calculs d'erreurs permettant d'obtenir les intervalles de confiance reposent sur les lois de la statistique classique de l'échantillonnage au hasard d'ensembles homogènes, après stratification éventuellement.

2. — PRÉSENTATION DES DONNÉES

Les données relevées sur le terrain sur des imprimés à 80 colonnes tels que celui donné en exemple sont perforées sur des cartes. Le paquet de cartes présenté à l'ordinateur se compose de trois parties.

2.1. — *Cartes paramètres initiales*

Les données figurant sur ces cartes sont générales à la forêt considérée. L'examen de leur contenu permettra de mieux en comprendre l'utilité.

Carte 1 : c'est une carte définissant en code les organes d'entrée (par exemple la carte perforée) et de sortie (par exemple la machine imprimante). Cette carte est directement fournie par le service de calcul.

Cartes 2 à 4 : ces cartes contiennent le nom de la forêt qui servira de titre au moment de la sortie des résultats.

Carte 5 : c'est la « carte paramètres » proprement dite. Elle contient dans l'ordre :

— Colonnes 1-2 : Une valeur LLL négative si les tarifs de cubage utilisés sont des fonctions (par exemple : $V = a + bD^2$), positive ou nulle si les tarifs sont des tableaux.

— Colonnes 3-4 : le nombre d'essences NBESS (inférieur à 11).

— Colonnes 5-6 : un nombre MESS positif ou nul si on désire que le nom des essences apparaisse en clair dans les résultats, négatif si on désire que le nom de l'essence demeure remplacé par un code.

Colonnes 9 à 24 : la suite des valeurs d'une variable indicée LNESS (I) qui correspond au nombre d'essences auxquelles on veut appliquer le i^{ème} tarif qui se trouve dans les cartes suivantes.

Ainsi, lorsque NBESS = 3 si on veut appliquer un seul tarif, on aura LNESS (1) = 3, tous les autres LNESS étant nuls. Par contre, si NBESS = 10 et qu'on veut appliquer le premier tarif de cubage au 6 premières essences, le deuxième tarif à la septième essence, le troisième tarif aux huitième et neuvième essences et le quatrième tarif à la dernière essence, on aura :

$$\text{LNESS (1)} = 6$$

$$\text{LNESS (2)} = 1$$

$$\text{LNESS (3)} = 2$$

$$\text{LNESS (4)} = 1, \text{ tous les LNESS restants étant nuls.}$$

— Colonnes 29-30 et 31-32 : le numéro de la catégorie de diamètre correspondant au maximum des « jeunes bois » et le numéro de la catégorie de diamètre correspondant au maximum des « bois moyens » ; par exemple, si ces valeurs sont 3 et 7, les jeunes bois seront ceux dont le diamètre est inférieur ou égal à 22,5 cm et les vieux bois ceux dont le diamètre est supérieur à 42,5 cm. (La première catégorie contient tous les arbres de diamètre inférieur à 12,5 cm, les suivantes étant les catégories classiques de 5 cm = 15, 20, 25, ... 125 cm).

La figure 2 permet de constater que l'entier LLL n'a que 2 chiffres, que la zone des LNESS (I) n'a pas un dessin régulier, qu'il existe enfin un trou (col. 25-28) avant les zones réservées aux valeurs limites des classes de diamètres.

Cartes (6,7)₁, (6,7)₂, ... (6,7)_i ... : Ce sont les cartes « tarifs de cubage ». Ces cartes n'existent que si $LLL \geq 0$. Comme un tarif occupe deux cartes, il y aura autant de couples (6,7) qu'il y a de LNESS (I) différents de zéro.

Exemple : Si on veut utiliser 2 tarifs sous forme de tableau, dans la carte 5 la valeur de LLL sera positive ou nulle, LNESS (1) et LNESS (2) étant différents de zéro. On aura deux couples de cartes (6,7) ; la figure 1 montre comment se présenteraient les tarifs Algan n° 11 et n° 14.

Si l'on veut au contraire utiliser un tarif sous forme de fonction, par exemple :

$$V = -42,19 + 0,8357 D^2$$

000.0	0.0	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	1.9	2.5	3.1	3.8	4.5	} (6.7) ₁
5.3	6.2	7.1	8.1	9.1	10.2	11.4						
000.0	0.0	0.25	0.5	0.8	1.2	1.7	2.2	2.8	3.6	4.4	5.3	} (6.7) ₂
6.2	7.2	8.3	9.4	10.6	11.9	13.2						

FIG. 1. — Les cartes (6,7)₁ et (6,7)₂ contiennent les tarifs Algan n° 11 et 14FIG. 1. — Cards numbered (6,7)₁, (6,7)₂ contain Algan Volume Tables n° 11 and 14

dans la carte 5, la valeur de LLL sera négative, et l'ensemble des cartes (6,7) sera remplacé par une seule carte :

$$- 42,19 \quad 0,0 \quad 0,8357$$

Carte 8 : Cette carte n'existe que si $\text{MESS} \geq 0$. Elle contient les noms des essences.

La figure 2 donne un exemple des cartes n° 1 à 8.

Les noms des essences sont abrégés ; CHEN pour chêne, HETR pour hêtre, CHRM pour charme, FLLU pour feuillus divers.

INVENTAIRE PAR ECHANTILLONNAGE FORET DE DARNEY

032													← Carte 1
040	4000000	000			410								← Carte 5
000.0	0.0	0.2	0.5	0.8	1.2	1.7	2.2	2.8	3.5	4.3	5.2	} Cartes } Tarif	
006.1	7.2	8.3	9.4	10.7	12.0	13.4							
CHENHETRCHRMFLLU													← Carte 8

FIG. 2. — Cartes n° 1 à 8. Chaque ligne correspond à une carte à 80 colonnes. Dans le cas présent il y a 4 essences auxquelles on applique le même tarif

FIG. 2. — Cards n° 1 to 8. To each line corresponds a punched card. In this example, we have 4 species which have the same volume table

2.2. — Cartes inventaires proprement dites

Ce sont les cartes perforées à partir des imprimés de terrain. L'ordre dans lequel elles doivent être présentées est rigoureux : les cartes d'une même série (au sens forestier du terme) doivent se suivre. A l'intérieur de chaque série les cartes de chaque affectation ou groupement de parcelles doivent se suivre de même que les cartes d'une même parcelle à l'intérieur de chacun de ces groupes de parcelles. Enfin les cartes relatives à chaque placette échantillon doivent se présenter dans l'ordre suivant :

— n cartes inventaires, correspondant au nombre n d'essences inventoriées dans la placette ; n peut varier de 1 à NBESS ; s'il n'y a pas d'arbre mesurable dans la placette, une carte inventaire est quand même nécessaire : elle sera blanche à partir de la colonne 31.

— 1 carte pour les 3 arbres échantillons ;

— 1 carte pour la description de la placette.

On trouvera en annexe n° 1 un exemple de fiche remplie sur le terrain pour une placette, avec les recommandations pour l'usage de ces imprimés.

2.3. — Cartes de fermeture

Il y en a 3. Elles déclenchent les calculs en fin de passage des données. Elles sont fournies par le bureau de calcul.

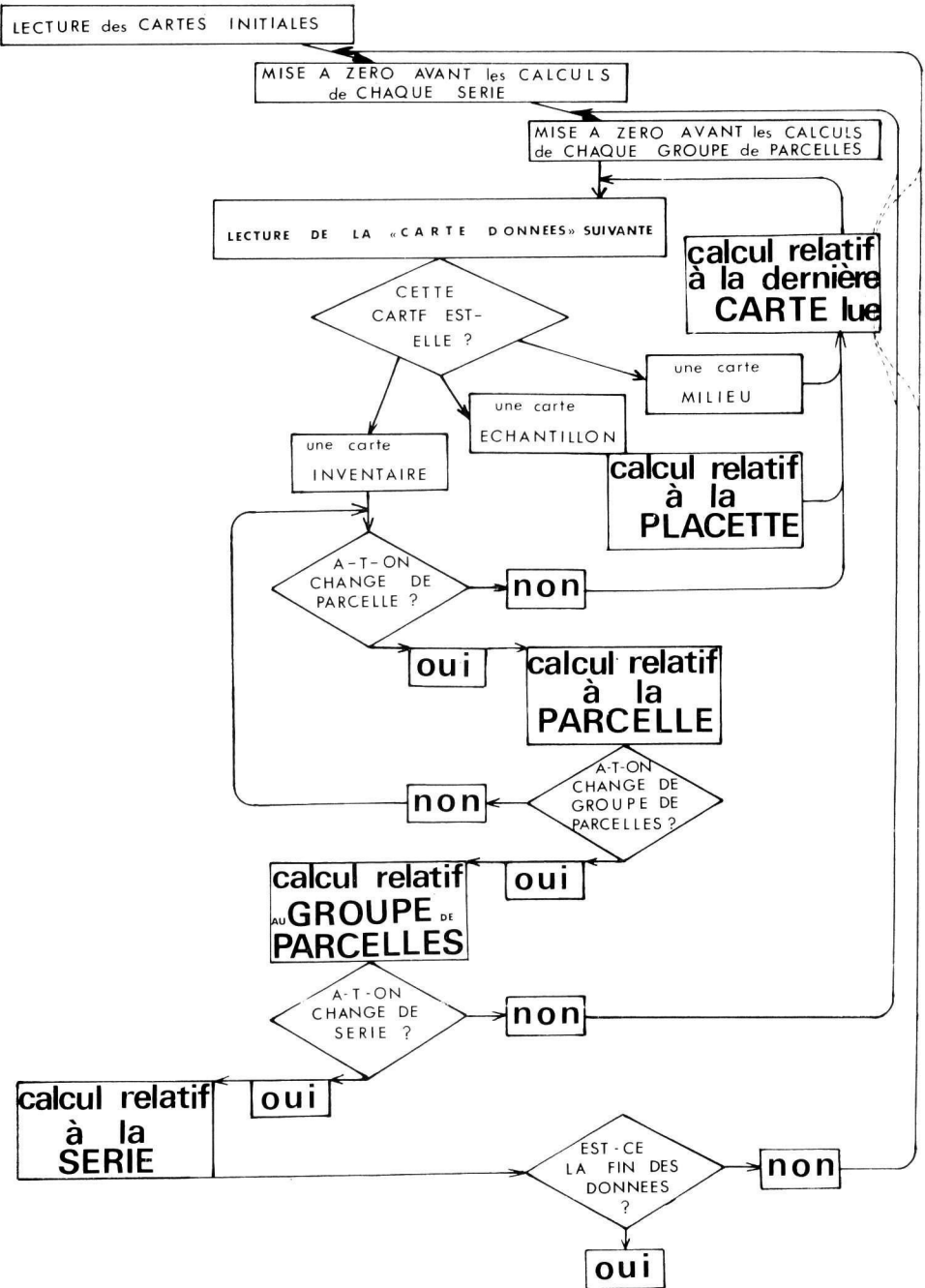


FIG. 3. — Schéma du programme de calcul
 FIG. 3. — Flow chart for computer program

3. — ORGANISATION DU PROGRAMME

Le schéma ci-joint (voir figure 3) explique le déroulement du programme ; par souci de simplification ne figurent pas les tests de début de programme ; ne figurent pas non plus les tests de fin de groupes de parcelles permettant à la suite des calculs y relatifs de revenir à la carte qui a déclenché le calcul : étant la première carte du groupe suivant elle doit être prise en compte, alors que le schéma simplifié ne l'indique pas.

On distingue principalement 5 boucles imbriquées qui correspondent aux 5 niveaux des calculs :

- dernière carte inventaire qui a été lue ;
- groupe de cartes inventaires : placette échantillon ;
- groupe de placettes échantillons : parcelles ;
- groupe de parcelles ;
- série de groupes de parcelles.

Ce programme écrit en FORTRAN a été mis au point sur IBM 1130. La taille relativement modeste de cet ordinateur comparée à la quantité de variables nécessaires dans le programme a obligé le découpage en nombreux sous-programmes. Parmi eux, un seul est spécifique de la forêt traitée et doit être rédigé pour chaque inventaire : c'est la fonction MNEMO qui permet de passer des codes discontinus des essences de la forêt à une série d'indices continus variant de 1 à NBESS : un exemple de fonction MNEMO est donné en annexe 2.

4. — MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME

L'Institut National de la Recherche Agronomique n'est pas destiné à assurer l'exploitation des résultats des travaux qu'il entreprend : mais *le programme est disponible sur simple demande à l'un des auteurs*. A ce programme seront joints les FORMATS des cartes de données et quelques exemples de fonction MNEMO.

L'usage qui se généralise des ordinateurs demande à tous une reconversion et un effort, ne serait-ce que celui de prospecter le marché pour trouver des organismes disposés à effectuer les calculs. Le gain de temps, d'argent et d'information qui en résulte n'en vaut-il pas la peine ?

Reçu pour publication en mars 1971.

SUMMARY

EXPLANATORY NOTE FOR THE USE OF AN AUTOMATICAL PROGRAM ON FOREST INVENTORIES MADE BY SAMPLING

The authors give explanations for the use of printed papers and presentation of data for the utilization of an automatical program on forest inventories.

ZUSAMMENFASSUNG

ANWEISUNGEN FÜR DIE BENÜTZUNG EINES AUTOMATISCHEN RECHENPROGRAMMES IN FORSTLICHEN STICHPROBENINVENTUREN

Die Autoren geben eine genaue Beschreibung der Aufnahmeformulare zur Benützung eines von ihnen ausgearbeiteten automatischen Rechenprogrammes bei forstlichen Stichprobeninventuren.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J. BOUCHON, C. MILLIER, D. XEUXET. Programme de Calculs pour les inventaires forestiers par échantillonnage. *Revue forestière française*, XXII, 4, 1970, pp. 451-462.

Code d'essences

Feuillus		Résineux
30 Feuillus divers mineurs	28 Eucalyptus	68 Résineux divers importants
48 Feuillus divers durs	17 <i>Frênes divers</i>	70 Résineux divers mineurs
49 Feuillus divers tendres	45 Frêne commun	
29 Feuillus exotiques	46 Frêne oxyphylle	69 Chamaeciparis
83 Alisier Blanc	47 Frêne à fleurs	78 <i>Cèdres divers</i>
84 Alisier Tormalin	23 <i>Fruitiers divers</i>	65 Cèdre de l'Atlas
13 <i>Aunes divers</i>	09 Hêtre	66 Cyprès
36 Aune Glutineux	00 Marronnier	64 <i>Douglas</i>
37 Aune Blanc	22 Merisier	60 <i>Epicéas et sapins divers</i>
38 Aune Cordiforme	16 Micocoulier	62 <i>Epicéa commun</i>
39 Aune Vert	31 Noisetier	74 <i>Epicéa omorica</i>
12 <i>Bouleaux divers</i>	27 Noyer	75 <i>Epicéa de Sitka</i>
34 Bouleau Pubescent	18 <i>Ormes divers</i>	67 If
35 Bouleau Verruqueux	90 Orme champêtre	82 Génévriers
76 Cerisiers	91 Orme de montagne	63 <i>Mélèze d'Europe</i>
11 <i>Charme</i>	92 Orme diffus	77 <i>Mélèze du Japon</i>
10 <i>Châtaignier</i>	33 <i>Ostrya</i>	50 <i>Pins divers</i>
01 <i>Chênes divers</i>	19 <i>Peupliers divers</i>	57 Pin d'Alep
02 Chêne Pédonculé	87 <i>Peupliers blancs</i>	59 Pin Cembro
03 Chêne Rouvre	88 <i>Peupliers grisards</i>	58 Pin à crochets
32 Chêne Rouvre ou Pédonculé	89 <i>Peupliers noirs</i>	53 Pin laricio de Corse
04 Chêne Rouge d'Amérique	24 <i>Tremble</i>	51 Pin maritime
05 Chêne Pubescent	26 Platane	71 Pins noirs divers
06 Chêne Yeuse (vert)	96 <i>Poiriers, pommiers, pruniers</i>	54 Pin noir d'Autriche
07 Chêne Tauzin	14 <i>Robinier</i>	55 Pin Parasol (Pinier)
08 Chêne Liège	25 <i>Saules divers</i>	52 Pin Sylvestre
95 Cerisier à grappes	97 Saule blanc	56 Pin Weymouth
85 Cormier	98 Saule fragile	50 <i>Sapins ou Epicéas divers</i>
15 <i>Grands Erables</i>	99 Saule marsault	61 <i>Sapin Pectine</i>
40 Erable plane	86 Sorbier des oiseleurs	72 Sapin de Vancouver (Grandis)
41 Erable sycomore	20 <i>Tilleuls divers</i>	73 Sapin de Nordmann
21 <i>Petits Erables</i>	93 Tilleul à grandes feuilles	80 Taxodiacées (séquoia, cryptoméria, taxodium...)
42 Erable champêtre	94 Tilleul à petites feuilles	81 Thuya
43 Erable à feuilles d'Obier	24 <i>Tremble</i>	79 Tsuga
44 Erable de Montpellier		

ANNEXE 1

INVENTAIRE PAR ÉCHANTILLONNAGE
RECOMMANDATIONS POUR L'USAGE DES IMPRIMÉS (FIG. 4)

1. — Généralités

Chaque ligne à 80 colonnes représente une carte qui devra être perforée pour être utilisée par l'ordinateur. Il est donc important de ne pas se tromper de colonne pour la transcription d'une mesure et de ne mettre qu'un chiffre dans chaque case. Dans chaque placette échantillon, trois modèles de cartes peuvent être remplis (cartes numérotées 7, 8 ou 9 en 2^e colonne).

2. — Colonnes 1 à 12

Ces colonnes servent pour identifier la carte.

La colonne 1 reste vide.

La colonne 2 contient :

7 pour les cartes « inventaires »,

8 pour la carte « échantillon »,

9 pour la carte « milieu ».

Les colonnes 3 à 12 sont identiques pour toutes les cartes d'une même placette.

Colonnes 3-4 : deux derniers chiffres de l'année de la mesure.

Colonnes 5-6 : n° du département.

Colonnes 7 à 10 : n° de la placette.

La colonne 11 n'est pas à remplir (elle le sera par le bureau de calcul) et ne sert qu'à distinguer éventuellement deux inventaires faits la même année dans le même département. Cependant, si, dans la colonne 12, le n° de la série dépasse 9, mettre le chiffre des dizaines dans la colonne 11.

3. — Carte 7 : « inventaire ». Colonnes 13 à 80

Ces cartes servent à faire l'inventaire de la *placette*. Il en sera rempli une par essence ou par groupe d'essences (par exemple, feuillus durs, feuillus tendres, etc...).

Colonne 13 : type de la forêt.

Colonne 14 : méthodes d'aménagement : pour le moment, ne pas remplir ces deux colonnes.

Colonne 15 : numéro d'affectation, ou de quartier, etc..., à l'intérieur de la série.

Colonne 16 : regroupement de placettes, codé de 0 à 9 à la discrétion du gestionnaire, en fonction par exemple de critères écologiques, pédologiques, de relief, de régénération, etc... (facultatif).

Colonnes 17 à 20 : surface de la *parcelle* en ares.

Colonnes 21 à 23 : numéro de la *parcelle* dans laquelle se trouve le centre de la *placette* échantillon.

Colonnes 24-25 : pente en degré.

Colonnes 26 à 30 : surface de la placette échantillon en $\frac{\text{m}^2}{10}$.

Ainsi, une placette de 2,5 ares sera transcrite :

Colonnes	25	26	27	28	29	30	31	
			2	5	0	0		
			2	5	0	0		
			2	5	0	0		

Colonnes 31-32 : Essence, voir le code joint.

Colonnes 33 à 80 : inventaire par catégories de diamètre (Les lignes suivant immédiatement chaque carte n° 7 servent éventuellement pour le pointage).

4. — Carte 8 : « échantillon ». Colonnes 21 à 80

Ces cartes correspondent à trois arbres échantillons au maximum, compris respectivement dans les colonnes 21 à 40, 41 à 60, 61 à 80. Nous ne décrirons donc que les colonnes 21 à 40.

Colonnes 21-22 : Essence, voir le code joint.

Colonnes 23-24 : à la discrétion du gestionnaire.

Colonnes 23-24 : à la discrétion du gestionnaire.

Colonnes 25-27 : diamètre à 1,30 en cm (compensé ou non).

Colonnes 28-30 : hauteur totale en dm.

Colonnes 31-33 : hauteur commerciale en dm.

Colonnes 34-35 : accroissement sur le rayon à 1,30 m des dix dernières années en mm.

Colonnes 36-37 : épaisseur d'écorce à 1,30 m en mm.

Colonne 38 : caractère de dominance (1 dominant, 2 codominants, 3 dominés).

Colonne 39 : caractère de cime (1 plus large que la normale, 2 normalement développés, 3 étriqués).

Colonne 40 : caractère de la tige (à la discrétion du gestionnaire).

Toutes les mesures de la carte 8 sont facultatives.

5. — Carte 9 : « milieu ». Colonnes 13 à 80

Colonnes 13-14 : pente en d°.

Colonne 15 : exposition (1 = N. ; 2 = N.-E. ; 3 = E. ; 4 = S.-E. ; 5 = S. ; 6 = S.-W. ; 7 = W. ; 8 = N.-W. ; 9 = placette horizontale).

Colonnes 16-19 : altitude en m.

Colonne 20 : position topographique non encore codée.

Colonnes 21 à 50 et 59 à 80 : à la discrétion du gestionnaire pour noter des critères qualitatifs ou quantitatifs qu'il codera.

Colonnes 51 à 58 : régénération dans une sous-placette de la placette échantillonnée. La taille moyenne sera indiquée en cm.

Toutes les mesures de la carte 9 sont facultatives.

ANNEXE 2

EXEMPLE DE FONCTION MNEMO

FONCTION MNEMO (NESS)

IF (NESS — 9) 510, 511, 512

510 MNEMO = 1

RETURN

511 MNEMO = 2

RETURN

512 IF (NESS — 11) 513, 513, 514

513 MNEMO = 3

RETURN

514 MNEMO = 4

RETURN

END

Cette fonction transforme les codes discontinus 01, 09, 11, 30 correspondant aux quatre essences (chênes divers, hêtre, charme, feuillus divers) en un indice MNEMO variant de 1 à 4.
